不同蛋白质水平饲粮对藏羔羊生长发育的影响

崔晓鹏　侯生珍*　王志有　马辽伟

（青海大学农牧学院，西宁 810016）

摘　要：本试验旨在研究不同蛋白质水平饲粮对藏羔羊生长发育的影响。试验采用单因子随机试验设计，选取 2 月龄断奶、体重（20.80±2.75） kg 藏公羔羊 90 只，随机分成 3 个试验组（每组 30 个重复，每个重复 1 只羊），分别饲喂蛋白质水平为 10.8%、12.0%和 13.2%的试验饲粮。试验期为 127 d，其中预试期 7 d，正试期 120 d。结果显示：1）12.0%蛋白质水平组臧羔羊的试验第 60~90 天及第 90~120 天日增重和平均日增重最高，料重比最低。2）12.0%蛋白质水平组臧羔羊的腹泻率及尿道感染率较低，死亡率最低。3）在试验第 60 天，12.0%蛋白质水平组血清总蛋白（TP）含量与 10.8%和 13.2%蛋白质水平组均没有显著差异（*P*>0.05），但 10.8%和 13.2%蛋白质水平组之间差异显著（*P*<0.05）；在试验第 90、120 天，血清 TP 含量在 12.0%和 13.2%蛋白质水平组之间差异不显著（*P*>0.05），但二者均显著高于 10.8%蛋白质水平组（*P*<0.05）。在各阶段，随着饲粮蛋白质水平的升高，血清 GLU 和 TC 含量均没有显著发生变化（*P*>0.05）。4）12.0%蛋白组水平组的单位成本增重最高，达到 73.05 kg/元，总收入和净收入最高，净收入达到 7 800.51 元。本试验条件下，饲粮蛋白质水平影响早期断奶藏羔羊的生长发育，12.0%蛋白质水平可提高藏羔羊的日增重，降低料重比和死亡率，改善血清生化指标，提高生长性能，并降低饲养成本。

关键词：蛋白质水平；藏羔羊；日增重；料重比；血清生化指标

中图分类号：S816　　　　文献标识码：A　　　　文章编号：

蛋白质是反刍动物必不可少的营养物质，而动物所需的营养物质主要通过饲料获得，饲料蛋白质水平、蛋白质来源等直接影响动物对蛋白质的消化代谢与吸收利用，从而制约着动物的生长发育[1-2]。对于快速生长的藏羔羊来说，饲粮蛋白质水平是影响其生长速度的重要因素[3]。饲粮蛋白质水平过低，不利于其生长；饲粮蛋白质水平过高，会诱发羔羊的代谢

收稿日期：2016-09-21

基金项目：藏羊系列全价营养补饲料开发及示范推广项目(2015-NK-303)；智慧生态畜牧业贵南典型区技术集成与应用示范（2015-SF-A4-2）；2014 年青海省科技厅重大专项藏羊高效养殖技术集成与示范推广(2014-NK-A6-2)

作者简介：崔晓鹏(1990-)，女，河南三门峡人，硕士研究生，从事动物营养与饲料科学研究。E-mail: cuixpssyjs@163.com

*通信作者：侯生珍，教授，硕士生导师，E-mail: qhdxhsz@163.com

病。目前有关动物饲粮蛋白质水平方面的研究较多[]，但关于羔羊蛋白质需要的研究较少，且研究结果不一，且藏羔羊蛋白质需要还没有先行的饲养标准。基于以上研究，本试验在舍饲条件下，以 2 月龄早期断奶藏羔羊为试验对象，通过研究不同蛋白质水平饲粮对藏羔羊日增重、料重比、血清生化指标等的影响，并对经济效益进行分析，以确定藏羔羊早期饲粮最适蛋白质水平，为藏羔羊的蛋白质需要研究及经济养殖提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验时间与地点

本试验于 2016 年 1 月 11 日至 2016 年 5 月 18 日在青海省海北州高原动物实习生产基地进行。

1.2 试验动物及试验设计

选取体况良好、体重（20.80±2.75） kg 的 2 月龄断奶藏公羔羊 90 只，采用单因素随机试验设计，按体重均衡原则随机分成 3 组，每组 30 个重复，每个重复 1 只羊。3 组试验藏羔羊分别饲喂蛋白质水平为 10.8%（LG 组）、12.0%（MG 组）和 13.2%（HG 组）的饲粮。试验期为 127 d，其中预试期 7 d，正试期 120 d。

1.3 试验饲粮

根据羔羊体重和营养需要特点，参照 NRC（2007）[7]绵羊营养需要量标准和我国《肉羊饲养标准》[8]，进行藏羔羊早期断奶饲粮配方的设计，试验饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1 试验饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1 Composition and nutrient levels of experimental diets (air-dry basis) %

项目 Items	组别 Groups		
	LG	MG	HG
原料 Ingredients			
玉米 Corn	39.72	36.42	33.12
次粉 Wheat middling	1.20	1.20	1.20
豆粕 Soybean meal	1.80	4.80	8.70
棉籽粕 Cottonseed meal	3.60	4.20	4.50
菜籽粕 Rapeseed meal	9.60	9.30	8.40

食盐 NaCl	0.48	0.48	0.48
预混料 Premix[1)]	3.60	3.60	3.60
燕麦青干草 Oat hay	40.00	40.00	40.00
合计 Total	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels[2)]			
粗蛋白质 CP	10.8	12.0	13.2
消化能 DE/(MJ/kg)	9.64	9.61	9.60
粗脂肪 EE	1.31	1.32	1.31
粗纤维 CF	16.36	16.33	16.26

[1)] 每千克预混料提供 Provided the following per kg of premix：Fe 2 248 mg，Zn 1 200 mg，Cu 850 mg，Mn 1 100 mg，Se 7.5 mg，I 20 mg，Co 10 mg，VA 200 000 IU，VD 35 000 IU，VE 3 000 IU。

[2)] 消化能为计算值，其余均为实测值。DE was a calculated value, while the others were measured values.

1.4 饲养管理

试验藏羔羊采用全舍饲饲养，羊舍为半开放式，避风、向阳、干燥、通风良好。试验羔羊进圈舍前对圈舍进行消毒处理，以后每天进行清扫，隔天进行消毒；所有试验藏羔羊 30 d 内用羊四联干粉灭活疫苗肌肉注射进行免疫（1 mL/只），试验第 30 天时使用吡喹酮对藏羔羊进行驱虫（1 片/只）。各组饲喂时间、饲喂方式和饲喂量相同，每天 08：30、12：00、17：00 进行饲喂，自由饮水。饲喂量每周调整 1 次，调整时以 MG 组的最大采食量为依据。料槽、水槽每天清理 1 次。

1.5 血样采集

在正试期第 30、60、90、120 天采集血样。血液采集当天，于早上饲喂前将藏羔羊侧卧保定，采血部位剪毛，用 75%酒精消毒，用手指压迫颈静脉，待血管怒张后刺入一次性采血器采血约 5 mL。血液采集后管口向上垂直放置，避免振荡而造成溶血。在室温条件下放置 30~60 min，待析出血清后，3 500 r/min 离心 15 min，收集血清，于－20 ℃冷冻保持，待测。

1.6 测定指标与方法

1.6.1 生长性能

测定藏羔羊正试期第 0（试验开始前）、30、60、90、120 天的体重（称重均在清晨第 1 次饲喂前空腹进行）及精料补充料采食量(feed intake of concentrate supplements,CSFI)、燕麦青干草采食量(feed intake of oat hay,OHFI)，并计算总采食量(total feed intake,TFI)、阶段日增重(stage daily gain,SDG)、平均日增重(average daily gain,ADG)、平均日采食量(average daily feed intake,ADFI)及料重比(feed to gain ratio,F/G)。

平均日采食量=总采食量/(试验总天数×试验羊只数)；

料重比=平均日采食量/平均日增重。

1.6.2 腹泻率及尿道感染率

记录藏羔羊腹泻只数、尿道感染只数，并计算腹泻率及尿道感染率。

1.6.3 血清生化指标

血清生化指标包括总蛋白(total protein,TP)、葡萄糖(glucose,GLU)、总胆固醇(total cholesterol,TC)，其中 TP 含量由青海大学附属医院用 Olymyus 640 全自动生化分析仪测定，GLU 和 TC 含量采用试剂盒测定，试剂盒购自南京生物建成工程研究所。

1.7 数据处理

采用 Excel 2003 对数据进行初步整理，SAS 9.1 统计软件进行单因素方差分析和显著性检验，Duncan 氏法进行组间多重比较，结果以“平均值±标准差”表示，$P<0.05$ 为差异显著。

2 结果与分析

2.1 不同蛋白质水平饲粮对藏羔羊生长性能的影响

由表 2 可以看出，在试验第 0、30、60 天，藏羔羊的体重在 3 组之间没有显著差异（$P>0.05$）；在试验第 90 天，MG 组和 HG 组藏羔羊的体重差异不显著（$P>0.05$），二者均较 LG 组高 7.65%，且差异显著（$P<0.05$）；在试验第 120 天，以 MG 组藏羔羊的体重最高，HG 组次之，2 组之间差异不显著（$P>0.05$），但分别较 LG 组高 11.98%和 10.37%，且差异显著（$P<0.05$）。

在试验第 0~30 天和第 30~60 天，藏羔羊的日增重以 HG 组最高，MG 组次之，LG 组最低，组间差异显著（$P<0.05$）；在试验第 60~90 天，藏羔羊的日增重则表现为 LG 组<HG 组<MG 组，组间差异显著（$P<0.05$），且 LG 组和 HG 组分别比 MG 组低 21.02%、16.52%；在试验第 90~120 天，藏羔羊的日增重表现为 MG 组显著高于 LG 组和 HG 组（$P<0.05$），且

LG 组稍低于 HG 组，但 2 组之间差异不显著（P>0.05）。

在试验第 0~120 天，藏羔羊的平均日增重表现为 MG 组<LG 组<HG 组，组间差异显著（P<0.05），且 LG 组和 HG 组分别比 MG 组低 19.39%和 6.39%。

表 2　藏羔羊各阶段的体重及日增重

Table 2　BW and daily gain in each stage of Tibetan lambs

项目 Items	时间 Time	组别 Groups		
		LG	MG	HG
体重 BW/kg	第 0 天 The 0th day	20.81±1.06	20.82±1.15	20.83±1.23
	第 30 天 The 30th day	23.35±1.13	23.94±1.34	24.57±1.22
	第 60 天 The 60th day	26.63±1.13	27.68±1.02	28.76±1.32
	第 90 天 The 90th day	31.75±1.12^{a}	34.18±0.98^{b}	34.18±0.22^{b}
	第 120 天 The 120th day	36.63±0.76^{a}	40.43±1.25^{b}	40.02±1.06^{b}
阶段日增重 SDG/g	第 0~30 天 The 0th to 30th day	84.52±13.15^{a}	104.05±11.31^{b}	124.60±13.38^{c}
	第 30~60 天 The 30th to 60th day	109.76±10.27^{a}	124.29±15.58^{b}	140.11±13.61^{c}
	第 60~90 天 The 60th to 90th day	171.03±14.16^{a}	216.54±15.10^{c}	180.77±16.28^{b}
	第 90~120 天 The 90th to 120th day	162.50±14.94^{a}	206.94±13.79^{b}	168.13±11.94^{a}
平均日增重 ADG/g	第 0~120 天 The 0th to 120th day	131.75±10.20^{a}	163.44±11.08^{c}	153.00±9.23^{b}

同行数据肩标无字母或相同字母表示差异不显著(P>0.05)，不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。表5同。

In the same row, values with no letter or the same letter superscripts mean no significant difference (P>0.05), while with different small letter superscripts mean significant difference (P<0.05). The same as Table 5.

由图 1 和图 2 可以看出，试验期间，3 组羔羊的体重均表现出线性增加，且 MG 组和 HG 组的线性几乎合为一条，略高于 LG 组；3 组羔羊的日增重均在第 60~90 天达到最大值，之后开始下降，且表现为 MG 组高于 HG 组和 LG 组。

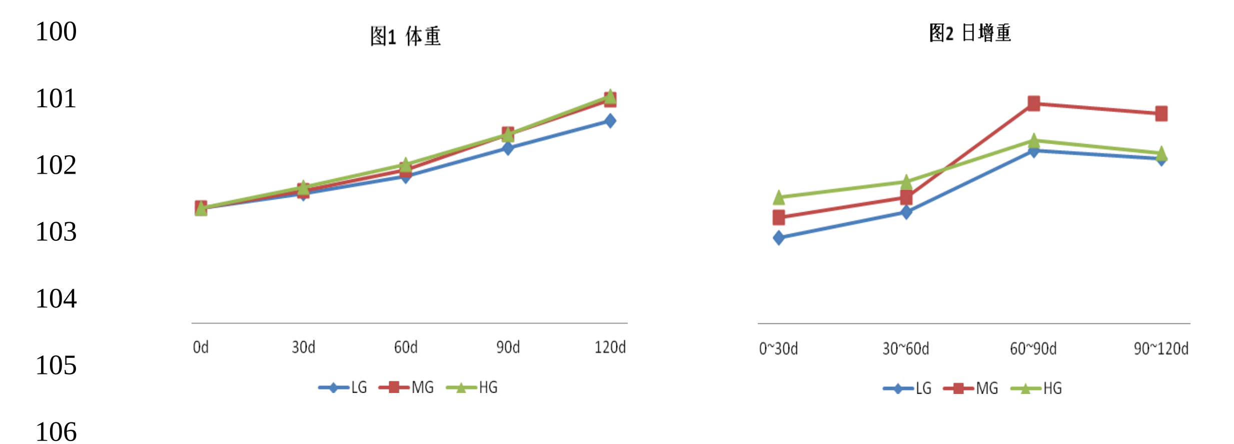


图 1 藏羔羊体重变化趋势　　图 2 藏羔羊日增重变化趋势

Fig.1 change trend of BW for Tibetan lambs　　Fig.2 change trend of daily gain for Tibetan lambs

由表 3 可以看出，精料补充料采食量、燕麦青干草采食量、总采食量均以 MG 组最高，LG 组次之，HG 组最低；平均日增重以 MG 组最高，LG 组、HG 组分别比 MG 组低 19.39%、6.39%；料重比以 MG 组最低，为 6.91，LG 组最高，HG 组比 MG 组高 6.80%，比 LG 组低 13.99%。

表 3 藏羔羊的采食量及料重比

Table 3 Feed intake and F/G of Tibetan lambs

组别 Groups	精料补充料采食量 CSFI/kg	燕麦青干草采食量 OHFI/kg	总采食量 TFI/kg	平均日采食量 ADFI/ [g/(d·只)]	平均日增重 ADG/ [g/(d·只)]	料重比 F/G
LG	2 228.50	1 472.74	3 701.24	1129.85	131.75	8.58
MG	2 269.00	1 500.00	3 769.00	1129.85	163.44	6.91

HG	2 188.00	1 445.47	3 633.47	1129.85	153.00	7.38

本试验中，3 组羔羊的平均日采食量是相同的，且精料补充料和燕麦青干草的采食量也是相同的，精料补充料采食量和燕麦青干草采食量 3 组不同是因为羔羊的不同死亡情况造成的。

In this experiment, the average daily feed intake （ADFI） was the same, and the feed intakes of concentrate supplement and oat hay were also the same of lambs in three groups. The different feed intakes of concentrate supplement and oat hay were due to different deaths of lambs in three groups.

2.2　不同蛋白质水平饲粮对藏羔羊腹泻率及尿道感染率的影响

由表 4 可以看出，随着饲粮蛋白质水平的升高，羔羊的腹泻率呈下降趋势，尿道感染率逐渐增加；而死亡率 LG 组和 HG 组都较高，MG 组最低，LG 组只有腹泻死亡率，没有尿道感染死亡率，HG 组则相反；只有 HG 组出现了结石羊，且为膀胱结石。

表 4　藏羔羊的腹泻及尿道感染情况

Table 4　Conditions of urethral infection and diarrhea of Tibetan lambs

项目 Items	组别 Groups		
	LG	MG	HG
试验羊总数 Total number of lambs/只	30	30	30
腹泻数 Number of diarrhea/只	5	3	2
腹泻率 Diarrhea rate/%	16.67	10.00	6.67
尿道感染数 Number of urethral infection/只	1	2	6
尿道感染率 Urethral infection rate/%	3.33	6.67	20.00
死亡数 Number of death/只	2+0	1+0	0+3
死亡率 Mortality/%	6.67+0	3.33+0	0+10.00
结石数	0	0	1

Number of calculus/只			
结石率 Calculus rate/%	0	0	3.33
结石种类 Kinds of calculus	无	无	膀胱结石

死亡数、死亡率中"+"前边的数字表示腹泻的死亡情况，"+"后边的数字表示尿道感染的死亡情况。

The figure in front of "+" represented the death condition of diarrhea, while the figure behind of "+" represented the death condition of urethral infection.

2.3 不同蛋白质水平饲粮对藏羔羊血清生化指标的影响

由表 5 可以看出，在各阶段，随着饲粮蛋白质水平的升高，血清 TP 含量均呈上升趋势。在试验第 30 天，血清 TP 含量在 3 组之间没有显著差异（P>0.05）；在试验第 60 天，MG 组血清 TP 含量与 LG 组、HG 组均没有显著差异（P>0.05），但 LG 组与 HG 组之间差异显著（P<0.05）；在试验第 90、120 天，血清 TP 含量在 MG 组与 HG 组之间差异不显著（P>0.05），但二者均显著高于 LG 组（P<0.05）。

在各阶段，随着饲粮蛋白质水平的升高，血清 GLU 和 TC 含量均没有显著发生变化（P>0.05），血清 GLU 含量以 MG 组、HG 组较高，而血清 TC 含量则以 LG 组、MG 组较高。

表 5 藏羔羊各阶段的血清生化指标

Table 5 Serum biochemical parameters at each stage of Tibetan lambs

项目 Items	时间 Time	组别 Groups		
		LG	MG	HG
总蛋白 TP	第 30 天 The 30th day	62.18±3.82	62.53±5.90	66.06±5.96
	第 60 天 The 60th day	62.07±4.77[a]	63.27±4.27[ab]	65.67±3.06[b]
	第 90 天 The 90th day	65.15±4.28[a]	68.49±4.16[b]	68.96±4.47[b]
	第 120 天 The 120th day	64.93±4.26[a]	68.33±3.27[b]	68.33±3.37[b]

葡萄糖 GLU	第 30 天 The 30th day	6.09±0.44	6.13±0.79	6.18±0.71
	第 60 天 The 60th day	6.58±0.68	6.65±0.58	6.66±0.57
	第 90 天 The 90th day	6.35±0.77	6.42±0.64	6.32±0.52
	第 120 天 The 120th day	6.56±0.49	6.64±0.56	6.58±0.59
总胆固醇 TC	第 30 天 The 30th day	1.54±0.08	1.53±0.15	1.51±0.14
	第 60 天 The 60th day	1.63±0.17	1.65±0.19	1.60±0.10
	第 90 天 The 90th day	1.56±0.17	1.59±0.13	1.55±0.16
	第 120 天 The 120th day	1.62±0.16	1.65±0.10	1.59±0.17

2.4 经济效益分析

由表 6 可以看出，随着饲粮蛋白质水平的升高，精料单价、精料成本及饲料总成本逐渐增加，总增重和单位成本增重以 MG 组最高，单位成本增重达到 73.05 kg/元，LG 组、HG 组依次为 61.49、63.85 kg/元。总收入和净收入均以 MG 组最高，其净收入达到 7 800.51 元，LG 组、HG 组净收入分别比 MG 组低了 36.77%、25.50%。

表 6 经济效益分析

Table 6 Analysis of economic benefits

项目 Items	组别 Groups		
	LG	MG	HG
精料耗量 The consumption of concentrate/kg	2 228.50	2 269.00	2 188.00

精料单价 The unit price of concentrate/(元/kg)	2.55	2.64	2.76
精料成本 The cost of concentrate/元	5 689.16	5 986.55	6 029.22
粗料耗量 The consumption of roughage/kg	1 472.74	1 500.00	1 445.47
粗料单价 The unit price of roughage/(元/kg)	1.20	1.20	1.20
粗料成本 The cost of roughage/元	1 767.28	1 800.00	1 734.56
饲料总成本 The total cost of feed/元	7 456.44	7 786.55	7 763.78
总增重 Total weight gain /kg	458.49	568.77	495.72
单位成本增重 The weight gain per unit cost/(元/kg)	61.49	73.05	63.85
总收入 Total income/元	22 867.00	26 087.06	24 108.20
净收入 Net income /元	4 943.14	7 800.51	5 811.69

试验早期断奶藏羔羊的价格为 350 元/只，试验结束时藏羊活体重价格为 23 元/kg。本表中已除去死亡羊的耗料量。

The price of experimental early-weaning Tibetan lambs was 350 RMB/lamb, and the price of Tibetan lambs' live weight at the end of the experiment was 23 RMB/kg. The feed consumption of dead lambs has been removed in this table.

3 讨 论

3.1 不同蛋白质水平饲粮对藏羔羊体重及增重的影响

大量研究表明，在一定的饲粮蛋白质水平下，提高饲粮蛋白质水平可以促进早期断奶羔羊的生长发育[]。本试验研究发现，在试验第 0~60 天，随着饲粮蛋白质水平的升高，藏羔

羊的体重和日增重逐渐增加，且 3 组之间差异不显著，说明此阶段饲粮蛋白质水平对羔羊的生长没有明显影响；而在试验第 90~120 天，随着饲粮蛋白质水平的升高，藏羔羊的体重和日增重表现出先增加后降低的趋势，以蛋白质水平为 12.0%的组最高，且与蛋白质水平为 10.8%和 13.2%的组差异达到了显著水平；此外，整个试验期内藏羔羊的平均日增重也以蛋白质水平为 12.0%的组最高。其原因可能是 10.8%蛋白质水平不仅满足不了此阶段藏羔羊生长发育的需求，还可能影响了饲粮其他营养物质消化代谢过程中关键酶的合成，从而导致机体营养“供不应求”，致使藏羔羊生长缓慢；而 13.2%蛋白质水平过高，可能会通过三羧酸循环降低藏羔羊对其他营养物质的吸收和利用，造成体内营养不平衡，致使日增重降低，从而抑制了藏羔羊的生长。这与前人的研究结果一致[]，故 12.0%蛋白质水平的饲粮更有利于早期断奶藏羔羊的生长。本研究还发现，随着试验天数的增加，3 组藏羔羊的体重均表现出线性增加，且 MG 组和 HG 组线性几乎合为一条，略高于 LG 组；3 组羔羊的日增重均在试验第 60~90 天达到最大值，之后开始下降，且 MG 组高于 HG 组和 LG 组，表明在试验第 60~90 天适当提高藏羔羊的饲粮蛋白质水平可以更好地促进其生长。

3.2　不同蛋白质水平饲粮对藏羔羊采食量及料重比的影响

饲粮组成及精粗比，饲粮适口性（抗营养因子及可溶性糖含量），饲粮营养水平（能量浓度，蛋白质及氨基酸、脂肪、某种元素的含量），饲喂技术(饲料形态、饲喂方式和时间等)，试验羔羊的性别、年龄和健康状况，饲养环境及饮水因素等均可影响羔羊的采食量[15]。本试验中，平均日采食量随饲粮蛋白质水平的升高而降低，料重比表现为 LG 组>HG 组>MG 组，平均日增重表现为 LG 组<HG 组<MG 组，这与 Walz 等[16]、吕凯[17]和刘立刚等[18]的研究结果基本一致。这表明过高的饲粮蛋白质水平不能促进藏羔羊的生长，甚至还会抑制其生长，从而增加了料重比；而饲粮蛋白质水平过低则不能满足藏羔羊的营养需要，也不利于其生长。故，12.0%蛋白质水平的饲粮不仅可以促进藏羔羊的生长发育，还可提高饲料的利用率，降低料重比，从而降低饲料成本，提高养殖效率。

3.3　不不同蛋白质水平饲粮对藏羔羊腹泻率及尿道感染率的影响

羔羊腹泻主要是因应激或饮食不当造成消化系统机能紊乱，从而引发羔羊拉稀，严重的会脱水、死亡。吕凯[17]研究发现，断奶料蛋白质水平在 15%～21%范围内时，蛋白质水平越高，腹泻率越小；而余康等[19]则发现，高蛋白质水平饲粮易引发羔羊腹泻，且母羊的腹

泻率较公羊高。本研究发现，随着饲粮蛋白质水平的升高，藏羔羊的腹泻率逐渐降低，可能是由于采食高蛋白质水平饲粮增加了血清免疫球蛋白含量，提高了机体的免疫力，从而降低了腹泻率。

尿道感染是由于饲粮搭配不合理造成系统组织损伤，甚至出现结石的现象，从而引发羔羊排尿困难、血尿，甚至尿闭，直至死亡。本研究发现，随着饲粮蛋白质水平的升高，藏羔羊尿道感染率逐渐增加，且 HG 组出现结石羊，这可能是过高的蛋白质水平（13.2%）增加了基质蛋白的含量，而基质蛋白是尿结石基质成分的主要组成部分，从而增加了尿道感染率；此外，还可能是高蛋白质水平的饲粮通过脱氨基途径，增加了血清中氨的含量，进而增加了肾脏的负担，也提高了尿液的浓度和 pH，致使尿液过饱和，从而使晶体析出，形成结石。综上，采食 12.0%蛋白质水平饲粮的藏羔羊死亡率最低，羔羊最健康。

3.4 不同蛋白质水平饲粮对藏羔羊血清生化指标的影响

血清中 TP 含量在一定程度上反映了饲粮中蛋白质的营养水平及动物对蛋白质的消化吸收程度，当体内蛋白质的合成作用增强时，血液中 TP 含量较高[20]。本研究发现，不同蛋白质水平饲粮对血清 TP 含量有明显影响，在试验第 0~90 天，随着饲粮蛋白质水平的升高，血清 TP 含量均呈上升趋势，且 3 组之间差异不显著；在试验第 120 天，血清 TP 含量在 MG 组和 HG 组相当，二者均显著高于 LG 组。这表明高蛋白质水平可以加速氨基酸的脱羧基作用，促进蛋白质的消化代谢，有利于藏羔羊的生长发育。本研究还发现，随着试验天数的增加，3 组羔羊的血清 TP 含量均表现出先上升后下降的趋势，在试验第 90 天达到最高，表明试验第 90 天时藏羔羊对蛋白质的同化作用最强，其生长速度最快[3]。

血清 GLU 作为重要的营养性单糖，是大脑神经系统、肌肉等机体代谢的主要能量来源[21]，血清 GLU 含量越高，表明机体的代谢越旺盛，生长越快。血清 TC 含量反映了羔羊对脂类的利用情况，脂类吸收越低，瘦肉率越高。本研究发现，随着饲粮蛋白质水平的升高，血清 GLU 和 TC 含量没有发生显著变化，表明不同蛋白质水平对二者的含量没有显著影响，说明机体可以通过三羧酸循环和自身的调节来实现体内营养的平衡。这与吴敏等[22]和司丙文等[23]的研究结果一致，却与 Sahlu 等[24]和高庆等[25]的研究结果不同，这可能与试验动物的种类及试验时间不同有关。虽然血清 GLU 和 TC 含量 3 组间没有显著差异，但血清 GLU 含量以 MG 组和 HG 组较高，而血清 TC 含量以 LG 组和 MG 组较高，故可认为采食 12.0%

蛋白质水平饲粮的羔羊对血清 GLU 和 TC 的利用较好，有利于其生长发育，并能提高瘦肉率。

4 结 论

① 采食 12.0%蛋白质水平饲粮的藏羔羊的阶段日增重和平均日增重较高，料重比最低，表明 12.0%蛋白质水平可以促进藏羔羊生长，并能提高饲料利用率，降低料重比。

② 采食 12.0%蛋白质水平饲粮的藏羔羊的腹泻率及尿道感染率较低，死亡率最低，表明 12.0%蛋白质水平不仅可促进新陈代谢，改善消化系统机能，还可降低泌尿系统疾病的发病率，从而改善藏羔羊的健康。

③ 血清 TP、GLU 及 TC 含量均以 12.0%蛋白质水平组较好，表明 12.0%蛋白质水平可以通过提高营养物质的消化利用率，促进羔羊的生长发育。

④ 12.0%蛋白质水平组的单位成本增重最高，达到 73.05 kg/元，总收入和净收入最高，净收入达到 7 800.51 元。

⑤ 本试验条件下，饲粮蛋白质水平影响早期断奶藏羔羊的生长发育，12.0%蛋白质水平可提高藏羔羊的日增重，降低料重比和死亡率，改善血清生化指标，提高生长性能，并降低饲养成本。

参考文献：

[1] 董文超,庄苏,张腾,等.反刍动物蛋白质营养研究进展[J].畜牧与兽医,2013,45(7):104–109.

[2] SCHROEDER G F,TITGEMEYER E C,AWAWDEH M S,et al.Effects of energy level on methionine utilization by growing steers[J].Journal of Animal Science,2006,84(6):1497–1504.

[3] DAVIS C L,DRACKLEY J K.The development,nutrition,and management of the young calf[M].Ames:Iowa State University Press,1998.

[4] 杨小婷.饲粮蛋白、能量和纤维水平对圩猪生产性能、肉质和血清生化指标的影响[D].硕士学位论文.合肥:安徽农业大学,2013:13–17.

[5] ZHANG T T,ZHANG Z Q,GAO X H,et al.Effects of dietary protein levels on digestibility of nutrients and growth rate in young female mink (*Mustela vison*)[J].Journal of Animal Physiology

and Animal Nutrition,2013,97(2):271–277.

[6] 闫晓刚,姚继广,杨子森,等.酵母铬和日粮蛋白水平对肥育羔羊生产性能和血液生化指标的影响[J].中国农业大学学报,2008,13(3):95–100.

[7] NRC.Nutrient requirements of small ruminants:sheep,goats,cervids,and new world camelids[S].10th ed.Washington,D.C.:National Academy Press,2007.

[8] 中华人民共和国农业部.NY/T 816-2004 肉羊饲养标准[S].北京:中国农业出版社,2004.

[9] 吕凯,侯生珍,王志有,等.蛋白水平及 Lys/Met 对早期断奶藏羔羊生长发育的影响[J].畜牧与兽医,2013,45(7):54–56.

[10] 李欣.羔羊隔栏补饲料中适宜蛋白质水平的研究[D].硕士学位论文.保定:河北农业大学,2014.

[11] SANTRA A,KARIM S A.Effect of protein levels in creep mixture on nutrient utilization and growth performance of pre-weaner lambs[J].Small Ruminant Research,1999,33(2):131–136.

[12] TOMKINS T,SOWINSKI J,DRACKLEY J K.Milk replacer research leads to new developments[J].Feedstuffs,1994,66(42):13–23.

[13] 冯涛,陈玉林,韩卫杰,等.不同蛋白水平日粮补饲羔羊的效果研究[J].家畜生态学报,2005,26(3):50–52.

[14] 张兆琴,张鹤亮,穆秀明,等.日粮不同蛋白质水平对育肥羔羊增重效果的影响[J].中国饲料,2010(15):42–43.

[15] POND W G,CHURCH D C,POND K R.Basic animal nutrition and feeding[M].4th ed.New York:John Wiley and Sons,1995.

[16] WALZ L S,WHITE T W,FERNANDEZ J M,et al.Influence of energy and protein supplementation on growth rate,empty body composition and ruminal and blood metabolites of goat kids fed hay diets[J].The Professional Animal Scientist,2003,19(4):297–303.

[17] 吕凯.蛋白水平及 Lys、Met 配比对早期断奶藏羔羊生长发育及胃肠道组织形态的影响[D].硕士学位论文.西宁：青海大学,2013.

[18] 刘立刚,李文波,赵敏娇,等.不同蛋白水平的饲料对中卫山羊羔羊补饲效果的影响[J].农业科学研究,2008,29(4):60–62.

[19] 余康,孙爽,王玉红,等.不同蛋白质水平日粮对不同性别西农萨能羊羔羊生长发育的影响[J].中国畜牧兽医,2013,40(2):66–71.

[20] 程发祥,贾帅兵,张浩,等.暖季放牧条件下羔羊 15 种血清生化指标与体重变化关系的研究[J].中国畜牧兽医,2009,36(7):56–60.

[21] 杨凤.动物营养学[M].2 版.北京:中国农业出版社,2000:31–32.

[22] 吴敏,罗军,姚大为,等.日粮中不同蛋白质和 *L*-赖氨酸水平对西农萨能羊泌乳性能和血浆生化指标的影响[J].中国畜牧杂志,2013,49(9):34–38.

[23] 司丙文,沈岩,邓凯东,等.日粮粗蛋白质水平对杜寒杂交断奶羔羊生长性能、血清生化及免疫指标的影响[J].中国畜牧兽医,2014,41(12):131–137.

[24] SAHLU T,FERNANDEZ J M,LU C D,et al.Dietary protein level and ruminal degradability for mohair production in Angora goats[J].Journal of Animal Science,1992,70(5):1526–1533.

[25] 高庆,杨玉峰,杜懿婷,等.肉鸭蛋白质营养研究进展[J].饲料工业,2011,32(23):16–19.

Effects of Diets with Different Protein Levels on Growth and Development of Tibetan Lambs

CUI Xiaopeng HOU Shengzhen* WANG Zhiyou MA Liaowei

（*College of Agriculture and Animal Husbandry*, *Qinghai University*, *Xining* 810016, *China*）

Abstract: This experiment was conducted to evaluate the effects of diets with different protein levels on growth and development of Tibetan lambs. Using a single factor randomized trial design, ninety two-month-weaning Tibetan male lambs with (20.80±2.75) kg of body weight were randomly allocated to 3 groups with 30 replicates per group and 1 lamb per replicate. The lambs in

*Corresponding author, professor, E-mail: qhdxhsz@163.com (责任编辑 菅景颖)

those three groups were fed three experimental diets with different protein levels (10.8%, 12.0% and 13.2%, respectively). The experiment lasted for 127 days, and there was a pretrial period of 7 days followed by an experimental period of 120 days. The results showed as follows: 1) the 60th to 90th day and the 90th to 120th day daily gain and average daily gain of 12.0% protein level group were the highest, while feed to gain ratio was the lowest. 2) The diarrhea rate and urethral infection rate of lambs of 12.0% protein level group were lower, and the mortality was lowest. 3) At the 60th day of experiment, no significant difference in serum total protein content was found between 12.0% protein level group and 10.8% or 13.2% protein level groups (P>0.05), but a significant difference was found between 10.8% and 13.2% protein level groups (P<0.05). At the 90th and 20th day of experiment, serum total protein content of 12.0% and 13.2% protein level groups was significantly higher than that of 10.8% protein level group (P<0.05), but no significant difference was found between 12.0% and 13.2% protein level groups (P>0.05). At each stage, serum glucose and total cholesterol contents had no significant changes with dietary protein level increasing (P>0.05). 4) The gain weight per unit cost of 12.0% protein level group was the highest, and it reached up to 73.05 kg/RMB. The total income and net income of 12.0% protein level group were the highest with the net income reached up to 7 800.51 RMB. Under this experimental condition, it is concluded that dietary protein level can affect the growth and development of early-weaning Tibetan lambs. And 12.0% protein level can improve the Tibetan lambs' daily gain, reduce the feed to gain ratio and mortality, improve the serum biochemical parameters, improve the growth performance, and lower the feed costs.

Key words: protein level; Tibetan lambs; daily gain; feed to gain ratio; serum biochemical parameters